

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 688 583

(21) N° d'enregistrement national :

92 02853

(51) Int Cl<sup>8</sup> : F 42 D 1/05, F 42 C 13/04

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 10.03.92.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 17.09.93 Bulletin 93/37.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : ENTREPRISE JEAN SPADA  
(Société anonyme) — FR et BERNARD Thierry — FR.

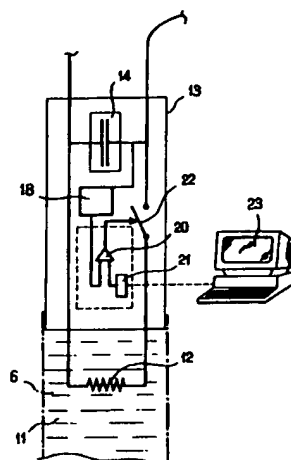
(72) Inventeur(s) : Bernard Thierry.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Boettcher.

(54) Procédé et installation de mise à feu selon une séquence déterminée d'une pluralité de charges d'explosif.

(57) Selon l'invention, le dispositif de mise à feu d'une charge explosive (1, 2, 3, 4, 5) comporte un détonateur (6) et des moyens de mise à feu de ce détonateur, comprenant un accumulateur (14) d'énergie électrique, un récepteur (18) de signaux radio, des moyens (20) de comparaison des signaux captés par le récepteur (14) avec un signal de référence contenu dans une mémoire encodable (21) et des moyens (22) de libération de l'énergie accumulée en direction du détonateur (6) lorsque l'identité entre le signal capté et le signal de référence est constatée par les moyens de comparaison.



FR 2 688 583 - A1



L'invention concerne le domaine de la pyrotechnie et plus spécialement l'abattage de roches, voire de construction, à l'aide de charges explosives.

L'abattage des roches, que ce soit pour l'exploitation d'une carrière ou pour la destruction d'un obstacle naturel, par des moyens pyrotechniques demande la mise en place précise de plusieurs charges d'explosifs déterminées et surtout leur mise à feu selon un échelonnement dans le temps qui doit être bien contrôlé pour obtenir l'efficacité maximale de l'opération.

La programmation de l'échelonnement dans le temps de la mise à feu s'effectue aujourd'hui de deux manières différentes, selon les détonateurs utilisés.

Selon une première méthode, on utilise des détonateurs dits pyrotechniques dans lesquels on agit sur la quantité d'une charge d'explosif (temps de combustion) pour obtenir les décalages de mise à feu souhaités à partir d'un "allumage" unique de toutes les charges. Cet allumage est réalisé par un fil conducteur d'une énergie électrique qui vient mettre à feu simultanément toutes les charges.

Dans une seconde méthode, on utilise des détonateurs dits instantanés qui possèdent une électronique embarquée grâce à laquelle on peut régler le retard de mise à feu c'est à dire le temps de réponse après réception du signal. Cette méthode présente l'inconvénient d'être rigide car il faut prérégler à l'avance les détonateurs que l'on ne peut plus modifier après leur mise en place dans les trous où ils sont enfoncés. En outre, le temps de retardement n'est réglable que par tranches ce qui ne permet pas un réglage très fin de la séquence de mise à feu.

Dans ces deux procédés chacun des détonateurs utilisé est relié à une source d'énergie électrique pour maîtriser le TOP de mise à feu et l'énergie fournie à chacun d'eux. La quantité de fils à mettre en place est importante et les risques de rupture de fils sont

augmentés. Or une non-explosion est très gênante dans un programme d'abattage car elle constitue un danger permanent qu'il faut éliminer pour préserver la sécurité du chantier, d'où une perte de temps et une incidence négative sur le coût  
5 de l'opération.

La présente invention entend pallier les inconvénients des méthodes connues en proposant une commande de mise à feu des détonateurs codés par voie d'ondes hertziennes.

Plus précisément, elle a pour premier objet un  
10 dispositif de mise à feu d'une charge explosive comportant un détonateur et des moyens de mise à feu de ce détonateur qui comportent un accumulateur d'énergie électrique, un récepteur de signaux radio, des moyens de comparaison des signaux captés par le récepteur avec un signal de référence contenu  
15 dans une mémoire encodable, et des moyens de libération de l'énergie accumulée en direction du détonateur lorsque l'identité entre le signal capté et le signal de référence est constatée par les moyens de comparaison. Chacun des détonateurs peut ainsi être mis à feu à l'instant même de la  
20 commande de sa mise à feu. Il n'existe donc plus d'incertitude quant à l'instant de mise à feu, ce qui permet une exécution rigoureuse d'un plan de tir.

Le dispositif de l'invention comporte en outre un dispositif d'encodage de la mémoire que comportent les moyens  
25 de mise à feu, de sorte que l'on peut tenir un stock de produits standard que l'on peut dédier au dernier moment.

Un conducteur électrique sous forme de boucle fermée sur les bornes d'un générateur relie les accumulateurs d'énergie de chaque détonateur en série à ce générateur.  
30 Grâce à cette disposition, il est possible de mettre en place sur le site des détonateurs inactifs et de les rendre actifs au dernier moment alors que le personnel a quitté le site.

Les ordres de mise à feu sont réalisés par une unité d'émission, selon une séquence programmée, d'une  
35 pluralité de signaux codés en direction de tous les récep-

teurs radio des détonateurs. On notera à cet égard que le conducteur de chargement peut constituer utilement une antenne pour les récepteurs radio.

Enfin, de manière préférée, les moyens de mise à feu du détonateur sont groupés dans un boîtier connectable au détonateur.

Un second objet de l'invention réside dans un procédé de commande et de contrôle de la mise à feu d'une batterie de charges explosives associées au dispositif précédent qui consiste, préalablement à la mise en place des détonateurs sur le site, à mettre en mémoire dans chacun des moyens de mise à feu, un signal codé, à connecter ces moyens au détonateur, à les placer sur site, à mettre en place le plan de mise à feu dans une unité centrale de commande en introduisant, en fonction de l'instant souhaité pour l'explosion de telle charge, le temps séparant cet instant d'une origine et le signal codé du détonateur associé à la charge dans le programme de mise à feu, à alimenter en énergie la boucle de chargement des moyens de mise à feu, et à déclencher, au temps origine, le déroulement du programme pour émettre chacun des signaux codés enregistrés, à l'instant enregistré correspondant, au moyen d'un émetteur radio.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description d'un mode de réalisation de l'invention donnée ci-après à titre d'exemple.

Il sera fait référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est l'illustration simplifiée d'un site équipé des moyens de l'invention,
- la figure 2 est une vue de détail d'un détonateur équipé des moyens de l'invention.

A la figure 1, on a représenté par 1, 2, 3, 4 et 5 certaines des charges explosives qui sont disposées aux endroits soigneusement déterminés d'un site par exemple d'abattage de roches. Ces charges sont chacune pourvues d'un

détonateur 6, 7, 8, 9, 10 destiné à la commande des explosions selon un plan déterminé.

Chaque détonateur est représenté en figure 2 de manière très schématique avec une charge inflammable 11 et un  
5 dispositif d'allumage 12. Ce dispositif d'allumage est destiné à convertir de l'énergie électrique en une énergie (chaleur - arc.....) apte à l'ignition de la charge du détonateur.

Chaque détonateur peut recevoir un boîtier pilote  
10 13 qui, connecté électriquement de manière étanche et de préférence verrouillée au dispositif d'allumage 12, contient les moyens de stockage de l'énergie électrique à transférer à l'allumeur 12 et les moyens de commande du transfert. En d'autres termes, le boîtier 13 renferme un accumulateur 14  
15 d'énergie (par exemple capacitif) qui est relié en série avec les accumulateurs des autres détonateurs à une source d'énergie au moyen d'un conducteur 16 de liaison formant une boucle sur les bornes d'un générateur 15. Un interrupteur 17 ferme ou ouvre cette boucle.

20 Chaque boîtier pilote comporte également un récepteur 18 capable de capter des signaux radio émis par un émetteur 19, en utilisant, si besoin est, comme antenne réceptrice la boucle de conducteur 16.

Ce récepteur transmet le signal reçu à un compa-  
25 teur 20 dont l'autre entrée est connectée à l'émetteur 21 d'un signal de référence. Lorsque l'identité du signal reçu et du signal de référence est constatée par le comparateur, ce dernier émet en sortie un signal de fermeture d'un interrupteur 22 qui autorise la décharge de l'accumulateur 14  
30 dans l'allumeur 12.

Le signal de référence est en fait un signal codé qui est enregistré dans une mémoire du boîtier pilote au moyen d'un dispositif d'encodage associé par exemple à un micro-ordinateur 23. Il est donc possible de préparer  
35 plusieurs boîtiers pilotes ayant chacun un signal codé

différent. Chaque boîtier est ainsi dédié.

Par ailleurs le micro-ordinateur 23 comporte un programme de mise à feu dans lequel on peut entrer la séquence de mise à feu souhaitée. Cette opération consiste à introduire dans le programme un couple de données par charges à savoir le signal codé correspondant au détonateur affecté à cette charge et le temps séparant l'instant souhaité de la mise à feu de cette charge d'une origine générale du plan de tir.

10 Le micro-ordinateur a pour fonction, outre la réalisation de l'enregistrement des signaux codés dans les boîtiers (et dans une de ses mémoires simultanément), la commande séquentielle de l'émetteur radio 19 en envoyant à cet émetteur, à chacun des instants souhaités l'ordre  
15 d'émettre le signal codé correspondant, en fonction du plan de tir qui a été programmé.

La mise en place du dispositif selon l'invention s'opère de la manière suivante.

Les charges sont mises en place géographiquement et  
20 il leur est affecté un détonateur préalablement codé.

Chaque détonateur est donc dédié et au moyen du micro-ordinateur on associe son code à un temps qui constitue le retard souhaité pour sa mise à feu à partir d'une origine. Ce temps est dicté par le plan de tir.

25 Par ailleurs, chacun des détonateurs mis en place est relié électriquement par le conducteur 16 à la source d'énergie 15 ce qui permet la charge de chacun des accumulateurs 14 et ce alors que les détonateurs n'ont plus à être manipulés donc que les opérateurs sont en sécurité.

30 Le déclenchement du plan de tir consiste à procéder à l'exécution du programme par le micro-ordinateur 23. Ce programme est très simple : il décompte le temps et pour chaque valeur de ce dernier correspondant à une valeur enregistrée, il extrait d'une mémoire le signal codé correspondant pour le transmettre à l'émetteur 19. Ce signal est  
35

acheminé par voie hertzienne en direction de tous les détonateurs (qui peuvent utiliser le conducteur 16 comme antenne) et seul le détonateur ayant établi l'identité entre le signal codé émis et le signal de référence qu'il possède  
5 en mémoire sera mis à feu. On provoque ainsi la mise à feu de tous les détonateurs en suivant la séquence voulue.

Le dispositif de l'invention et le procédé de mise à feu qui en résulte présentent de nombreux avantages par rapport aux techniques utilisées jusqu'à présent. Ainsi pour  
10 ce qui concerne le matériel, il est très sûr : il n'y a pas d'énergie embarquée donc pas de risque de mise à feu intempestive. Les boîtiers pilotes peuvent être fabriqués très résistants, avec une connexion rapide, facile, sûre et résistante à la cartouche du détonateur. La liaison filaire  
15 en série permet de vérifier que tous les détonateurs sont bien en place.

Pour ce qui concerne le procédé, il est de mise en oeuvre souple. En effet il est possible de "dédier" les boîtiers pilotes des détonateurs sur le site, même de  
20 l'opération. Il est également possible, tout étant installé, de modifier au dernier moment le plan de tir en modifiant la donnée "temps" affectée à tel ou tel détonateur. Il permet enfin la mise en place d'un plan de tir précis car le pas de décomptage du temps peut être très bref (de l'ordre de la  
25 milliseconde).

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mise à feu d'une charge explosive (1,2,3,4,5) comportant un détonateur (6,7,8,9,10) et des  
5 moyens de mise à feu de ce détonateur, caractérisé en ce que ces moyens comportent un accumulateur (14) d'énergie électrique, un récepteur (18) de signaux radio, des moyens (20) de comparaison des signaux captés par le récepteur (14) avec un  
10 signal de référence contenu dans une mémoire encodable (21) et des moyens (22) de libération de l'énergie accumulée en direction du détonateur (6) lorsque l'identité entre le signal capté et le signal de référence est constatée par les moyens de comparaison.

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé  
15 en ce qu'il comporte un dispositif (23) d'encodage de la mémoire (21) que comportent les moyens de mise à feu.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un conducteur électrique (16) sous forme d'une boucle fermée sur  
20 les bornes d'un générateur (15) et sur lequel les accumulateurs d'énergie (14) de chaque détonateur sont montés en série.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une unité  
25 d'émission (19, 23) selon une séquence programmée, d'une pluralité de signaux codés.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de mise à feu du détonateur sont groupés dans un boîtier (13)  
30 connectable au détonateur (6,7,8,9,10).

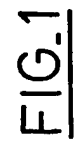
6. Procédé de commande et de contrôle de la mise à feu d'une batterie (1-5) de charges explosives associées à un dispositif conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste, préalablement  
35 à la mise en place des détonateurs (6-10) sur le site, à



mettre en mémoire dans chacun de leurs moyens de mise à feu, un signal codé, à connecter ces moyens au détonateur, à les placer sur site, à mettre en place le plan de mise à feu dans une unité centrale de commande en introduisant, en fonction

5 de l'instant souhaité pour l'explosion de telle charge, le temps séparant cet instant d'une origine et le signal codé du détonateur associé à la charge dans le programme de mise à feu, à alimenter en énergie la boucle de chargement des moyens de mise à feu, et à déclencher, au temps origine, le

10 déroulement du programme pour émettre chacun des signaux codés enregistrés, à l'instant enregistré correspondant, au moyen d'un émetteur radio.



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9202853  
FA 471622

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	WO-A-9 107 637 (ELECTRONIC WARFARE ASSOCIATES INC) * page 2, ligne 30 - page 3, ligne 11 * * page 7, ligne 3 - page 10, ligne 27; revendications; figures *	1,2,4-6
X	EP-A-0 174 115 (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC) * page 11, ligne 29 - page 13, ligne 34 * * page 14, ligne 13 - page 16, ligne 10 * * page 16, ligne 31 - page 18, ligne 21; revendications; figures *	1,2,4-6
X	EP-A-0 207 749 (MOORHOUSE) * page 21, ligne 3 - page 26, ligne 10 * * page 28, ligne 13 - page 29, ligne 12 * * page 30, ligne 16 - ligne 26; revendications; figures 10,14 *	1,2,4,5,6
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL5)
		F42D
Date d'achèvement de la recherche 30 NOVEMBRE 1992		Examinateur DOUSKAS K.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document interchangeable</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		